



Mitä populaatiota verotetaan? Vesilintusaaliin alkuperän eri arviointimetodit

Ismo Laakso



LuK-tutkielma

Oulun Yliopisto

Biologian koulutusohjelma

Toukokuu 2021

Tekijä: Ismo Laakso

Opinnäytetyön nimi: Mitä populaatiota verotetaan? Vesilintusaaliin alkuperän eri arviointimetodit

Ohjaaja: Kari Koivula

Työn valmistumiskuukausi ja -vuosi: Toukokuu 2021

Sivumäärä: 28

Tiivistelmä

Monet vesilintupopulaatiot Euroopassa ovat viime aikoina taantuneet. Niiden suosimissa kosteikko elinympäristöissä on tapahtunut huomattavia muutoksia. Noin puolet alkuperäisistä maailman kosteikoista ovat ihmisen toiminnoista johtuen kadonneet ja jäljellä olevia uhkaa muun muassa rehevöityminen. Vesistöjen laadun heikkeneminen heijastuu etenkin elinympäristön käytöltään vaatelioiden vesilintulajien populaatioiden laskevaan trendiin. Ilmaston muutos on vaikuttanut lintujen levinneisyyteen ja vuodenvaihteen liikkeisiin. Tulevaisuudessa muutokset tulevat voimistumaan ja nopeutumaan. Vanhat suojelualueet menettävät merkityksensä. Myös vesilintujen metsästyksen painopiste tulee muuttumaan lintujen levinneisyyksien muuttuessa ja verotuksen voimakkuudessa voi tapahtua muutoksia eri maiden välillä. Vesilintujen metsästys on suosittua Euroopassa ja metsästys on monin paikoin nojautunut perinteisiin. Vesilintujen metsästyksessä, hoidossa ja suojelussa on kuitenkin huomattavia puutteita. Metsästys verotuksen voimakkuutta ei monipaikoin tunneta. Seurantaohjelmia tulee kehittää ja maiden välistä yhteistyötä tulee lisätä. Muuttolintuina vesilintuja tulisi hoitaa kaikille maille yhtenäisenä luonnonvarana. Kutakin osapopulaatiota tulisi hoitaa erillisinä yksikköinä. Populaatioiden yksilöiden alkuperä ja koko populaation vuoden vaihteen elinympäristöt tulisi selvittää, tehokkaan suojelun ja hoidon mahdollistamiseksi. Metsästysverotus suhteuttaa osapopulaatioiden osalta kestäväksi. Selvittää kunkin maan osalta minkä verran mitään populaatioita niissä verotetaan ja sen mukaan kiintiöidä verotus kunkin maan osalta kestäväksi. Vesilintujen kestävä metsästys tulisi perustua sopeutuvan luonnonvarojen käytön ja hoidon periaatteen mukaan, jossa vesilintukantoja ei vaaranneta. Vesilintujen rengastusta on perinteisesti käytetty lintujen liikkeiden ja alkuperän tutkimiseen. Se on kuitenkin verrattain työläs ja hidas menetelmä. Kuitenkin se parantaa yhdessä muiden seurantamenetelmien kanssa tarkkuutta. Käyttöä tulisi siten jatkaa ja edistää myös tulevaisuudessa. Yhdessä uusien menetelmien, kuten alkuaineiden vakaiden isotooppimenetelmien kanssa on suhteellisen vaivattomasti ja nopeasti voitu määrittää vesilintusaaliin alkuperä. Sillä voidaan selvittää missä sen vuoden poikanen on syntynyt ja kasvattanut sulkansa tai aikuinen lintu pitänyt sulkasatoansa. Menetelmä antaa täten viitteitä myös aikuisten lintujen sulkasadon aikaiseen monitahoiseen liikehdintään. Menetelmä vastaa tarpeeseen, jolla päästään suhteellisen nopeasti käsiksi lintujen liikkeiden ja niiden muutosten tutkimiseen. Monen vesilintupopulaation riittävälle suojelulle, hoidolle, kuin myös metsästyksen kestäväälle mitoitukselle on nopea tarve Euroopassa.

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | JOHDANTO..... | 1 |
| 2 | VESILINNUT RIISTALAJEINA | 2 |
| 2.1 | EKOLOGIA..... | 2 |
| 2.2 | SULKASATO JA SULKASATOMUUTTO | 3 |
| 2.3 | VESILINTUJEN MUUTTO JA TALVEHTIMINEN..... | 5 |
| 2.4 | VESILINTUJEN METSÄSTYS..... | 8 |
| 2.5 | UHAT | 11 |
| 3 | VESILINTUPOPULAATIOIDEN SEURANTA | 13 |
| 3.1 | YLEISTÄ SEURANNOISTA..... | 13 |
| 3.2 | LINTUJEN MERKINTÄMENETELMIÄ..... | 14 |
| 3.2.1 | <i>Lintujen rengastus</i> | <i>15</i> |
| 3.2.2 | <i>Tekniset ja vaihtoehtoiset merkintämenetelmät</i> | <i>17</i> |
| 3.3 | MENETELMÄT ILMAN LINTUJEN YKSILÖLLISTÄ MERKINTÄÄ | 19 |
| 4 | RIISTAVESILINTUJEN ALKUPERÄN TUNTEMINEN JA SEN HYÖDYNTÄMINEN POPULAATIOIDEN HOIDOSSA..... | 21 |
| 5 | KIRJALLISUUS..... | 23 |

1 Johdanto

Vesilinnuista sorsalinnut eli sorsat, hanhet ja joutsenet lukeutuvat *Anatidae*- heimoon. Sorsalinnut liittyvät olennaisesti kosteikkoekosysteemeihin. Lisäksi ne ovat maailmanlaajuisesti arvostettuja ja monet niistä ovat tärkeitä riistalajeja (Elmberg ym. 2006). Vesilintusaaliilla tarkasteltuna vesilintujen metsästys on suosittua Euroopassa. Mooij'n (2005) tekemän arvion mukaan vuosittain Euroopan Unionin alueella ammutaan yli 9 miljoonaa sorsaa ja hanhea. Vesilintujen hyödyllisyyttä ei kaikilta osin ole aina ymmärretty. Metsästyksen lisäksi niillä on kulttuurillista merkitystä, ne ilmentävät ympäristön tilaa, pitävät yllä biodiversiteettiä ja säätelevät ekosysteemin eri toimintoja (Green & Elmberg 2014).

Merkittävästä luonnonvarasta huolimatta, Euroopassa vesilintukantojen metsästys ja hoito ei selvästikään ole riittävällä tasolla populaatioiden elinvoimaisuuden turvaamiseksi. Useimmissa maissa metsästys ei ole perustunut lajien ekologiaan, enemmänkin se on nojautunut perinteisiin, jonka perusteella on valikoitunut eri riistalajit ja niiden metsästysajat (Mooij 2005). Vesilintujen seurantaohjelmissa, kuin myös saalistilastoinnissa on ilmennyt puutteita (Mooij 2005; Pöysä 2005; Elmberg ym.2006). Yhtenäisiä Euroopan laajuisia toimia on tarpeen laatia, jotta vesilintujen metsästys, kuin myös hoito ja suojelu saataisiin riittävälle tasolle (Scott & Rose 1996; Mooij 2005; Pöysä 2005; Elmberg ym.2006). Yhtenäiset toimet ovat perusteltuja, koska useimmat eurooppalaiset sorsalajit ovat muuttavia.

Vesilintujen eurooppalaiset elinympäristöt ovat kokeneet suuria muutoksia. Maailmanlaajuisesti on arvioitu, että monin paikoin noin puolet alkuperäisistä kosteikoista olisi hävinnyt viimeisen sadan vuoden aikana (esim. Scott & Rose 1996; Fraser & Keddy 2005). Tähän on ollut ihmisen toiminnoilla merkittävä vaikutus. Lisäksi jäljellä olevien kosteikkojen tila on eriasteisesti heikentynyt (Fraser & Keddy 2005). Monen eurooppalaisen vesilintupopulaation trendi on ollut viime vuosina laskeva (Rönkä ym. 2005; Pöysä ym. 2013; Virkkala 2016). Vesien rehevöitymisellä on merkityksensä populaatioiden vähenemiseen (Rönkä ym. 2005; Pöysä ym. 2013; Lehikoinen ym. 2016; Virkkala 2016). Tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen merkitys tulee yhä enemmän vaikuttamaan vesilintujen liikehdintään ja levinneisyyteen (Pöysä 2005; Virkkala & Rajasärkkä 2011; Lehikoinen & Jaatinen 2012; Guillemain ym. 2013).

Vesilintujen tutkimuksessa ja lintujen liikkeiden selvittämisessä on lintujen rengastuksella ollut suurta merkitystä. Kuitenkin siihen liittyvät omat puutteensa, menetelmä on työläs ja siihen menee aikaa. Yksilöitä tulisi rengastaa paljon, jotta päästäisiin riittävään rengastusaineistoon. Lisäksi populaatioiden muuttoreittien ja yksilöiden liikkeiden kuvailemiseen vaadittaisiin suuri joukko

havaintoja muuttoreittien varrelta (Owen & Black 1990). Vaihtoehtoisia yksityiskohtaisempia ja nopeampia menetelmiä tähän on jo olemassa. Vesilintujen metsästyksen, hoidon ja suojelun kannalta eurooppalaisten vesilintujen alkuperä ja liikkuminen tulisi selvittää ja mitoittaa metsästyksen mukaan (Elmberg ym. 2006; Caizergues ym. 2016).

Tässä työssä tarkastelen kirjallisuuteen pohjautuen eri menetelmiä, joita voidaan käyttää vesilintujen liikkeiden seurannassa ja alkuperän selvittämisessä. Kuinka tehokkaasti ja luotettavasti niillä pystytään tuottamaan tietoa vesilintujen hoidon ja suojelun tueksi. Lisäksi tarkastelen millä tavoin tätä tietoa voi hyödyntää kehitettäessä vesilintujen metsästysverotusta yhä kestävämmälle pohjalle Euroopassa.

2 Vesilinnut riistalajeina

2.1 Ekologia

Riistavesilinnut ovat ekologiaaltaan riippuvaisia kosteikkoympäristöihin, kuten vesilinnut yleensä jossakin vaiheessa elinkiertoaan. Eri lajien esiintyvyyttä eri ympäristöissä ja pesintäalueilla määrittelee se, kuinka lajit ovat niihin sopeutuneet sekä lajin välinen kilpailu (Owen & Black 1990). Muuttavina lintulajeina vesilinnut reagoivat vallitseviin ympäristöolosuhteisiin ja resursseihin kuten ravintoon sekä pesäpaikkoihin. Petoilla on myös merkityksensä pesimäalueiden valinnassa. Vesilinnut muuttavat pesimään pohjoisille ja arktisille ilmastovyöhykkeille ja palaavat talveksi eteläisille lauhkeille ilmastovyöhykkeille. Mitä pitempi on muuttomatka, sitä useammin on pysähdyttävä lepäilemään ja tankkaamaan muuttoreittien varrella (esim. Owen & Black 1990).

Pohjoisella havumetsävyöhykkeellä taigalla, esiintyy runsaasti järviä ja soita, joita sorsalinnut käyttävät pesimäalueinaan. Taigan ja pohjoisempana olevien jäätikköalueiden väliin jäävä alue on nimeltään tundra, jolla myös lukuisat vesilinnut pesivät, näille alueille tyypillisen lyhyen kesän aikana. Tundran erinomaiset ravintovarot houkuttelevat vesilintuja. Alueen kasvillisuus on proteiinirikasta, josta hyötyvät aikuiset linnut. Poikasten nopealle kehitymiselle, lukuisat vesilammikot ja niiden ylläpitämä runsas hyönteisravinto ovat tärkeitä. Olosuhteiden pakosta linnut muuttavat talveksi etelämmäksi, näiden pohjoisten alueiden vesistöjen jäädyttyä talvella (esim. Owen & Black 1990).

Aikarajoilla, olosuhteilla ja resursseilla on merkitystä vesilintujen pesintärajoihin. Lyhyen kesän seurauksena vesilintujen poikasten kasvuun ja syysmuutolle selviytymiseen on tiukat aikarajat. Isoimmilla lajeilla kuten hanhilla on haasteensa selvitä näissä rajoissa mitä pohjoisemmassa ne

pesivät. Poikasten kasvunopeus on melko suoraan verrannollinen lajin aikuistenlintujen kokoon ja tämä määrittelee pesintäalueiden pohjoisrajoja. Pesimäalueiden eteläistä levinneisyyttä säätelevät enemmänkin kasviravinnon laatutekijät. Kasvien sisältämällä proteiinipitoisuudella on vaikutusta poikasten kasvunopeuteen ja määritteli etelärajoja (Owen 1980). Owenin ja Blackin (1990) mukaan ravisemukseen liittyvät tekijät eivät täysin olisi eteläisten pesintärajojen taustalla. Pesintärajat määrittelisivät pohjoisessa ravintotilanne. Kun taas etelässä kevään populaatiokoko, joka on riippuvainen populaatiokokoa säätelevistä tekijöistä talvehtimisalueilla. Populaatioiden elinalueiden supistumiseen tai levittäytymiseen on populaatio kokoa rajoittavilla ja säätelevillä tekijöillä merkityksensä (ks. Newton 1998). Sorsilla ulkoisista resursseista ravinto ja pesäpaikat selkeästi määrittelevät pesinnän aikaista levinneisyyttä (Owen & Black 1990). Jos pesäpaikkoja olisi tasaisesti kaikille saatavilla voitaisiin Owenin ja Blackin (1990) mukaan olettaa, että sorsat pesisivät mahdollisimman lähellä talvehtimisalueita, välttämällä muuttomatkan vaaroja ja niistä koituvia kustannuksia.

Vesilinnut pariutuvat talvella, tämä tapahtuu muutamaa kuukautta ennen pesintöjen aloitusta. Talvella on mahdollisuus sille, että yksilöt eri pesimäalueilta tai osapopulaatioista sekoittuvat talvehtimisalueiden ollessa lähekkäin tai päällekkäin. Yleensä tätä vaihtuvuutta esiintyy koiraisissa. Naaraat kotipaikkauskollisina palaavat pesimään synnyin alueilleen vuodesta toiseen. Vesilinnut pyrkivät ajoittamaan kevätmuuton oikeaan ajankohtaan päivän pituuden ja vallitsevien sääolosuhteiden mukaan (fenologia), energiaa säästääksensä ja myös ajoittaaksensa pesinnän otollisimpaan aikaan (esim. Owen & Black 1990). Tyypillisesti puolisukeltaajat ovat sukukypsiä vuoden ikäisinä ja aloittavat tuolloin pesinnän, poikkeuksena haapanat *Anas penelope*, jotka useimmiten pesivät vasta 2-vuotiaina (Salomonsen 1968). Lisääntymisvaiheista vaarallisin on munavaihe, joten tärkein kriteeri pesäpaikan valinnoissa on pedoilta turvalliset paikat. Useimmilla sorsalajeilla poikueet kehittyvät lentokykyiseksi 5–10 viikossa ja emolintu pysyy näiden seurassa tähän asti (Owen & Black 1990).

2.2 Sulkasato ja sulkasatomuutto

Sulkasatoa, jolloin vesilinnut uusivat höyhenensä ja sulkansa esiintyy aikuisilla linnuilla. Sulkasadosta johtuen samaan populaatioon kuuluvien yksilöiden liikehdintä ja käyttäytyminen on moniulotteista. Sulkasatoon liittyen lajien välillä kuin myös sukupuolella ja ikäryhmillä on joitakin eroavaisuuksia. Sulkimispaikan valintaan vaikuttaa linnun, ikä, sukupuoli, osallistuuko pesintään ja pesinnän ajoittuminen (Salomonsen 1968). Sulkasadon aikaan linnut luonnollisesti lentokyvyttöminä yrittävät pysytellä piilossa ja välttelevät petoja (Owen & Black 1990).

Sulkimispaikan edellytyksenä on padoilta turvallinen alue, jossa on riittävästi ravintoa ja alueelta löytyy sopivan syvyistä vettä (Salmonsens 1968). Sulkasadon kesto vaihtelee lintulajeittain, mutta esimerkiksi sinisorsalla *Anas platyrhynchos* se on noin 22–37 päivää (Owen & King 1979).

Sorsalajien naarat jäävät koko poikueajaksi poikastensa seuraan. Poikasten selvittyä lentokykyisiksi, naaraat tyypillisesti pysyttelevät pesintäalueiden läheisyydessä sulkasadon ajan kuten myös joidenkin lajien koiraat. Tällöin koiraat harvemmin ovat suurissa parvissa, ne viihtyvät joko yksin tai pienissä parvissa. Sorsalajien koiraat eivät osallistu jälkeläisten hoitoon. Kun koiraat jättävät naaraat, ne ryhtyvät vaihtamaan naaraita muistuttavaan syyspukuun. Tämä alkaa useimmilla puoli- ja kokosukeltajalajien koirailta pesimäalueiden läheisyydessä. Sinisorsat ja jouhisorsat *Anas acuta* jo ennen haudontaa, hieman vaihtelua ajankohdassa esiintyy toisilla lajeilla mutta kuitenkin jossain vaiheessa haudontaa. Viimeisessä vaiheessa koiraat uusivat lenninsiipensä ja ovat lentokyvyttömiä, ennen tätä vaihetta voi tapahtua sulkasatomuuttoa sopiville alueille, joskus hyvinkin suurina parvina. Lähes ainoastaan koirailta esiintyy sulkasatomuuttoa. Joitain naaraita esiintyy koiraiden seurassa, jos ne jostain syystä ovat hylänneet pesinnät kesän osalta. Lajeilla, joilla esiintyy sulkasatomuuttoa, koiraat tietynä aikana jättävät nämä pesintäalueet. Ne alkavat kerääntyä pikkuhiljaa yhä suuremmiksi parviksi ja lentelevät lepopaikkojen väliä ja sulkivat suurimman osan syyspuvustaan (Salmonsens 1968).

Toisin kuin sorsilla, hanhilla molemmat sukupuolet pysyttelevät poikasten seurassa koko pesinnän ajan. Molempien sukupuolten osallistuttua jälkeläisten hoitoon höyhenpuvun sulkiminen alkaa loppukesästä. Esiaikuiset ja pesimättömät aikuiset linnut kerääntyvät joskus suuriksikin, mutta tyypillisesti muutaman sadan parviksi. Joillakin lajeilla nämä pysyttelevät ja sulkivat pesintäalueiden läheisyydessä, toisilla taas ne suuntavat lähes poikkeuksetta sulkimaan yleensä tyypillisiä pesintäalueita pohjoisemmaksi. (Salmonsens 1968).

Ilmiönä sulkasatomuutto on vesilinnuilla melko samankaltainen. Kuitenkin eri lajien, sukupuolien ja eri ikäryhmien välillä esiintyy vaihtelua. Sulkiminen voi tapahtua pesintäalueiden läheisyydessä syys- ja kevätmuuton aikaan. Sulkimista voi tapahtua myös talvehtimisalueilla. Joillakin vesilinnuilla esiintyy perinteisiä sulkimisalueita, joille ne kerääntyvät pesintäalueiltaan suurina joukkoina suhteellisen pienelle alalle. Tyypillisesti sulkasatomuuttoa esiintyy pesimättömillä ja esiaikuisilla vesilinnuilla. Pesimättömät nuoret linnut voivat muuttaa talvehtimisalueiltaan suoraan sulkimaan. Ne voivat myös sulkia jo kevätmuuton aikaan muuttoreitin varrella (Salomonsens 1968).

Myöhäiseksi jäänyt pesintä etenkin naaraiden osalta voi jättää syysmuutolle selviytymiseen suhteellisen tiukan aikarajan. Tästä syystä naarailla harvemmin esiintyy sulkasatomuuttoa

pesintäalueita pohjoisemmaksi. Monessa tapauksessa sulkiminen ei tapahdu pesintäalueilla vaan pitkin etelämmäksi suuntautuvaa muuttoreittiä. Lisäksi populaatioon vaikuttavilla ulkoisilla tekijöillä ja resursseilla on vaikutusta sulkasadon ajoittumiseen aika- sekä tilamittakaavassa (Salomonsen 1968).

Eri vesilintulajeilla on hieman vaihtelua lenninsulkien sulkimisen ajankohdissa. Pesimättömät linnut esimerkiksi arktisilla hanhilajeilla sulkivat noin heinäkuun puolivälin paikkeilla, kun taas pesivät linnut sulkivat lenninsulkansa elokuun alun tietämillä. (Salmonsens 1968). Siipisulkien sulkasato ajoittuu useimmilla holarktisen alueen sorsalajien koiraille kesäkuun puolivälistä elokuun lopulle. Naaraille sulkasato ajoittuu useimmilla lajeilla heinäkuun puolivälistä syys- lokakuulle. Tuona aikana linnut ovat lentokyvyttömiä 3–4 viikon ajan. Pitkälle kehittyntä sulkasato muuttoa ja suuria sulkimiskeskittymiä esiintyy yleensä niiden lajien koiraille, joiden populaatioilla on pitkät muuttomatkat talvehtimisalueille. Sulkimisalueet pysyvät samoina vuodesta toiseen ja ne sijoittuvat muuttoreittien varrelle (Salmonsens 1968). Kokosukeltaja sorsien sulkasato on hyvin pitkälti puolisuukeltajasorsien kaltainen. Toisin kuin puolisuukeltajilla, kokosukeltajien aikuisilla naaraille voi esiintyä koiraita harvalukuisemmin ja myöhemmin sulkasatomuuttoa. Sulkasatomuutolle lähtevät naarat saattavat jättää poikueensa jo ennen kuin ne ovat lentokykyisissä. Sukukypsyyden ne saavuttavat vuoden iässä, joten niillä ei esiinny erillistä esiaikuisten sulkasatomuuttoa (Salmonsens 1968).

Koska sulkasato on melko kriittinen vaihe vesilintujen vuodenkirossa, ja ottaen huomioon sulkimisalueiden tärkeyden olisi ensiarvoisen tärkeää olla selvillä eri vesilintupopulaatioiden sulkimisalueista niiden turvaamiseksi. Rengastusaineistolla on esimerkiksi saatu selville merihanhi *Anser anser* populaatioiden sulkimisalueita ja mahdollisia muutoksia näiden alueiden vaihtuessa (ks. Paludan 1965).

Poikasten kehityttyä lentokykyisiksi ja sulkasadon loputtua, vesilinnut alkavat kerääntyä parviksi ja valmistautua syysmuutolle kohti talvehtimisalueita. Useimmat sorsalinnut esiintyvät parvissa lisääntymisajan ulkopuolella (esim. Owen & Black 1990).

2.3 Vesilintujen muutto ja talvehtiminen

Ihmiset ovat kautta aikain osoittaneet suurta kiinnostusta lintujen muuttoa kohtaan. Tämä on vaikuttanut myös siihen, että lintujen muuttoa on myös tutkittu paljon. Muuton aikaiset liikehdinnät ja tarkemmat yksityiskohdat ovat näin yhä paremmin tulleet esille. Yleisesti ottaen ravinnolla ja muilla resursseilla on merkityksensä eläinten liikehdintään. Näiden resurssien muutoksista, eläimet

vaihtelevat elinalueitaan (esim. Owen & Black 1990). Euroopassa sorsalajien sisällä vuodenaikaisessa liikehdinnässä on huomattavia eroja. Yleensä pohjoisten alueiden linnut ovat muuttavia, kun taas etelämpänä lauhkeiden alueiden yksilöt pysyvät vuoden aikana enemmän paikallaan. Myös eri osapopulaatioon kuuluvien yksilöiden alkuperä on eri ja ne käyttävät siten eri muuttoreittejä (Scott & Rose 1996).

Talvehtimisalueilla on vesilintujen säilyvyydellä seuraavaan kevääseen erityinen merkityksensä. Ympäristöolosuhteet ja resurssit säätelevät ja rajoittavat tuolloin talvehtivia lintupopulaatioita rajuimmin ajatellen populaation seuraavan kevään lisääntymispotentiaalia. Erityisesti säätelyllä on sitä enemmän merkitystä, kuinka lähellä seuraavaa lisääntymiskautta tämä tapahtuu (ks. Newton 1998). Talvehtimisalueiden kylmillä säillä on merkitystä sorsalintujen liikkumiseen. Leutoina talvina esimerkiksi sinisorsat liikkuvat suhteessa vähemmän kuin kylminä (Sauter ym. 2010). Lintujen iällä voi olla myös merkitystä sorsalintujen liikkumiseen. Talvella aikuiset tavit *Anas crecca* liikkuvat vähemmän kuin nuoret linnut (Guillemain ym. 2005). Talvella lämpötilojen laskiessa muuttovirtaa Euroopan pohjoisosista Keski- Eurooppaan esiintyy puolisukeltaajilla läpi talven (Sauter ym. 2010). Eri sorsalajit reagoivat eri tavalla lämpötiloihin. Sinisorsat reagoivat ankaraan talveen keskimäärin harvemmin ja liikkuvat lyhempiä matkoja kuin toiset sorsalajit (Sauter ym. 2010). Esimerkiksi punasotkat reagoivat herkemmin talven ankaruuteen ja keskimäärin liikkuvat kauemmaksi (Keller ym. 2009).

On myös osoituksia siitä, että talvehtimisalueissa on tapahtunut viime aikoina muutoksia. Joidenkin Itämerellä talvehtivien vesilintujen talvehtimisalueet ovat siirtyneet pohjoisemmaksi viimeisten vuosikymmenten aikana (Nilsson 2005, 2008). Ilmaston muutos voi selittää Euroopassa joidenkin lintulajien talvehtimisalueiden siirtymisen ja siten muuttomatkan lyhenemisen (esim. Visser ym. 2009). Sen seurauksena lintujen levinneisyyksissä voi tapahtua muutoksia. Leutoina talvina linnut voivat pysytellä lähempänä pesintäalueita (esim. Knudsen ym. 2011). Energiatarpeet huomioon ottaen olisi kannattavampaa pysytellä lähellä pesintäalueita. Lisääntyvä muuttomatkalla lisää energia tarpeita ja huonontaa siten linnun kuntoa (Owen & Dix 1986). Tukkasotkan, telkän ja isokoskelon talvehtimisalueet ovat levittäytyneet koilliseen. Näiden lintujen lukumäärän vuosittainen vaihtelu oli yhteydessä alkutalven lämpötiloihin ja etenkin pohjoisen levinneisyysreunan lintujen. Ja siten lämpötilalla on suuri rooli lintujen levinneisyyden muutoksiin. Pohjoisrajoilla lintujen tiheydet kasvoivat, kun taas eteläisillä vähenivät (Lehikoinen ym. 2013).

Talven lämpötilat ja siihen liittyvät lämmönsäätely rajoitteet vesilinnuilla eivät täysin selitä niiden talven levinneisyyttä Euroopassa. Vaan taustalla voisivat olla enemmänkin ravinnon saatavuus ja muut tekijät kuin ilman lämpötila (Dalby ym. 2013). Jotkut vesilinnut ottavat kevään energiatarpeet

huomioon hyvissä ajoin ennen kevätmuuttoa ja alkavat sen mukaan valmistautua pesintöihin jo talvehtimisalueilla sekä muuttomatkalla. Kevään energian saannin turvaamiseksi linnut erotellaankin ravintovarojen turvin pesiviksi tai suoraan pesintäalueilta energiansa hankkiviksi pesijöiksi (Drent & Daan 1980; Bonnet ym. 1998). Ruumiinkoko hieman määrittelee mitä strategiaa vesilinnut mahdollisesti noudattavat. Hanhet suurina lintulajeina hankkivat ravintovarastonsa hyvissä ajoin ennen pesintää, ollen oletettavasti pääasiassa ravintovarastonsa turvin pesiviä (Clausen ym. 2003). Muutamia poikkeuslajia ja sen yksilöitä lukuun ottamatta, jotka voivat käyttää hieman kumppaakin strategiaa (Klaassen 2002). Sorsat pienemmän ruumiinkoon omaavina taas voidaan olettaa kuuluvaksi niihin, jotka hankkivat energiansa suoraan ravinnostaan (Klaassen 2002). Sorsalinnuilla onkin tyypillistä pitkin muuttomatkan pysähdellä lepäämään ja tankkaamaan ravintovarojansa (esim. Guillemain ym. 2004). Levähdysalueiden merkitys vesilinnuille on huomattava. Niiden sijainnista tulisi olla hyvin selvillä ja suojella niitä riittävästi populaatioiden turvaamiseksi. Muuttomatkan levähdyspaikoilla ja ympäristö tekijöillä on tärkeä merkitys aikuisen linnun ravintotilanteeseen ja siten myös pesintämenestykseen. Mitä suuremmat ravintovarastot naaras ehtii hankkia ennen pesinnän alkamista sitä suuremman määrän jälkeläisiä, se pystyy tuottamaan (esim. Ebbinge & Spaas 1995). Tarvittava energiavarastojen määrä ei kuitenkaan aina riipu pelkästään ruumiinkoosta vaan myös siitä, kuinka kaukana pesimäalueet sijaitsevat viimeisimmästä levähdysalueesta (Klaassen 2002).

Euroopassa monen vesilintulajien populaatioiden tarkka kevätmuuton ajankohta on hieman epäselvä, mutta tämä voitaisiin selvittää tarpeeksi kattavalla rengastusaineistolla (Guillemain ym. 2006). Kevät muuton ajoittumisessa (fenologia) voi kuitenkin tapahtua melko nopeitakin muutoksia. Ilmastolla ja etenkin lämpötilalla on tähän merkityksensä. Pohjois- Atlantin oskillaatiolla (NAO) on vaikutusta talvehtimisalueiden talvien ankaruuteen. Vesilinnut reagoivat nopeasti ilmastossa tapahtuviin muutoksiin ja ajoittavat kevätmuuttonsa sen mukaan (Rainio ym. 2006). Sääilmiö Pohjois- Atlantin oskillaatio (NAO) määrittelee Euroopan talven ja kevään lämpötilan. Positiivinen NAO- indeksi ilmentää kovia länsituulia, joiden mukana virtaa lämmintä ilmaa. Sen ollessa negatiivinen, talvet ovat kylmiä ja kuivia (Hurrell 1995). Ilmaston lämmetessä ja positiivisen NAO- indeksin vallitessa jotkut sorsalajit ovat aikaistaneet kevätmuuttoansa. Jouhisorsa ja lapasorsa *Anas clypeata* saapuvat pesimä alueilleen aikaisemmin leutojen talvien ja aikaisemman kevään jälkeen (Vähätalo ym. 2004).

Syysmuuton ajoittumisessa on tapahtunut muutoksia. Joidenkin pohjois-eurooppalaisten vesilintulajien syysmuutto on Lehikoinen ja Jaatinen (2012) mukaan viivästynyt. Tutkimuksen vesilintulajeista on syysmuuton viivästyminen ollut selkeintä tukkasotkalla. Tutkimusjaksolla 31-

vuoden aikana syksyn muutto on viivästynyt keskimäärin kuukaudella. Muutokset vesilintujen syysmuuton ajoittumisessa, saattavat Lehikoisen ja Jaatisen (2012) mukaan, muuttaa eri lajien vesilintusaaliiden jakautumista. Metsästys voi myös häiritä sen verran levähtäviä vesilintuja, jolloin se karkottaa vesilinnut ennen aikaiselle syysmuutolle (Väänänen 2011).

Muuttolintujen suojelun ja hoidon kannalta on tärkeää tunnistaa eri lajien populaatioiden käyttämät lisääntymis- ja talvehtimisalueet. (esim. Elmberg ym. 2006). Metsästettävien riistalajien hoidon edellytys olisi tuntea näiden alueiden väliset muuttoreitit, jotta eri maiden yhteistyö onnistuisi (Madsen ym. 2014). Näitä eri populaatioiden käyttämiä alueita on aikaisemmin pyritty selvittämään rengastusaineistoa apuna käyttämällä (Scott & Rose 1996). Lintujen levinneisyyksien muuttuessa on niiden käyttämien alueiden selvittelylle yhä enemmän tarvetta. Vanhat suojelualueet menettävät merkityksensä levinneisyyksien muuttuessa. Tämä lisää tarvetta selvittää ja suojella uusia levähdys- ja talvehtimisalueita (Lehikoinen ym. 2013).

2.4 Vesilintujen metsästys

Vesilintujen metsästys Euroopassa on suosittua ja sillä on pitkät perinteet. Vesilinnustuksen suosio ilmenee jo pelkästään saalistilastojen perusteella. Mooij (2005) on arvioinut Euroopan Unionin alueella yhden metsästyskauden saaliin käsittävän yli 9 miljoona lintua, joka sisältää myös haavoittuneet tai muuten hävinneet linnut. Eniten sorsia saadaan saaliiksi Ranskassa noin 2,2 miljoonalla yksilöllä. Melkein puolet koko Euroopan Unionin sorsasaaliista ammutaan Ranskassa ja Isossa-Britanniassa. Esitetyn 2000-luvun arvion mukaan Euroopan unionin alueella verotettiin kaikkien metsästettävien sorsalajien yhteenlasketusta kannasta noin 21 %. Sinisorsan osalta metsästyspaine oli tuolloin suurta, noin 58 % koko Euroopan unionin alueen sinisorsa populaatioista metsästettiin. Muista yleisistä riistasorsalajeista koko alueen kannasta metsästettiin taveja n. 35 %, telkkiä *Bucephala clangula* n.24 % ja haapanoita lähes 20 % (Mooij 2005). Sen hetkisen arvioitujen sorsien kannat perustuivat Wetlands Internationalin koordinoimiin kanta-arvioihin (Delany & Scott 2002).

Vesilintusaaliit ovat joidenkin lajien kohdalla huomattavan suuria edellä mainittuja arvioita tarkastellen. Mooij (2005) on pohtinut, että näiden suhteellisen suurten saalisosuuksien taustalla voi hyvinkin olla liian alhaiset vesilintujen kanta-arviot. Lisäksi vesilintujen saalistilastoinnit ovat Euroopan Unionin alueella olleet puutteellisia. Ainoastaan muutamalla jäsenmaalla on ollut maanlaajuista saalistilastointia. Kuitenkin niiltäkin osin tilastoinnin tarkkuudessa on maiden välillä suuria eroja ja niihin tulee siten suhtautua varauksella (Mooij 2005). Vesilintusaaliiden perusteella

metsästyskaudella 2019 metsästys Suomessa on myös suosittua. Luonnonvarakeskuksen tilastotietokannan mukaan tuolloin ammuttiin yhteensä 351 100 vesilintua (Luonnonvarakeskus 2020). Lyijyhaulikiellon vuonna 1995 voimaan tultua vesilintujen metsästyksessä ovat saaliit Suomessa olleet sen jälkeen laskusuunnassa (Pöysä ym. 2013).

Vesilintujen metsästyskauden pituudella on Euroopan unionin alueella suurta vaihtelua. Pisimpään vesilintujen metsästys kestää Ranskassa noin 6 kk. (Mooij 2005). Perinteisesti Suomessa vesilinnustuskausi on alkanut viime vuosikymmeninä 20.8. klo 12. Merihanhen kohdalla viime vuosina metsästys on Suomen rannikkoalueiden peloilla alkanut 10.8. viljelyksille aiheutuneiden tuhojen ehkäisemiseksi. Vesilintujen metsästys kausi Suomessa kestää vuoden loppuun, mutta käytännössä siihen vaikuttaa sisämaan järvien jäätyminen ja sitä kautta syysmuuton eteneminen, joten tässä on suurta alueellista vaihtelua.

Melko suuresta metsästyspaineesta ja epätarkoista kanta- arvioista johtuen onkin syytä tarkastella vesilintumetsästyksen tilaa ja kestävyyttä Euroopassa. Mooij'n (2005) mukaan vesilintujen metsästys ja sen mitoitus ei monessa Euroopan maassa perustu lajien ekologiaan, vaan metsästettävät riistavesilintulajit ja niiden metsästysajat ovat muovautuneet enemmänkin perinteiden mukaan.

Vesilinnut ja niiden metsästyksen merkitys tunnustetaan Euroopan Unioni tasolla. Pyrkimyksenä on turvata vesilintukannat tärkeänä riistavarana, jokaisen jäsenvaltion kohdalta vaikuttamalla kunkin maan lainsäädäntöön. Euroopan Unionin neuvoston lintudirektiivi 79/409/ETY, ohjaa jäsenvaltioiden lainsäädäntöä, joka koskee luonnonvaraisten lintujen suojelua. Siihen katsotaan kuuluvaksi niiden elinympäristöjen suojelun lisäksi metsästyksen ja kaupan valvonta ja myös tutkimuksen edistämisen. Luonnonvaraiset linnut ovat suurelta osin muuttolintuja johon direktiivi pohjautuu. Jokaisella valtiolla on yhteinen velvollisuus suojella näitä yhteisiä luonnonvaroja. Lintudirektiivin perusteella metsästyksen katsotaan liittyvän merkittäviä hyötyjä pohjautuen sosiaalisiin, kulttuurillisiin, taloudellisiin ja ympäristöihin liittyviin seikkoihin. Direktiivin pohjalta lainsäädännön selkeyttämiseksi laadittu metsästystä koskeva ohjeasiakirja. Sillä pyritään turvaamaan lintukantojen ”suotuisan suojelun taso”. Tämä taso voidaan säilyttää, jos metsästys tapahtuu verottamalla lintukantoja ”järkevä käytön” periaatteella, joka täyttää monimuotoisuuden yleissopimuksen ”kestävän käytön” määritelmän (Euroopan komissio 2008).

Populaatioekologiassa pelkkä populaatio koko ei auta selittämään sen vaihteluita, eikä sen avulla pystytä ennustamaan populaatiokoossa tapahtuvia muutoksia. Yleisesti ottaen populaatiokokoon yhdessä vaikuttavia tekijöitä ovat syntyvyys, kuolevuus, tulo- ja lähtömuutto. Näihin populaation

elinkykyyn vaikuttaviin määreisiin on omat vaikutuksensa myös ympäristöllä, yksilön sukupuolella ja iällä (esim. Newton 1998). Näihin määreisiin on myös oma vaikutuksensa populaation tiheydellä (Newton 1998.) Tiheydestä riippuvilla tekijöillä on erityinen merkityksensä riistalajeilla. Jotta verotus olisi kestävää sen tulisi olla kompensoivaa. Populaationkoon ollessa tiheydestä riippuvaa ja metsästyksen ollessa kompensoivaa eli korvaavaa ei sillä ole merkittävää populaatiokokoa alentavaa vaikutusta. Populaatiosta joka tapauksessa olisi kuollut sama osa johonkin muuhun tiheydestä riippuviin tekijöihin, kuten esimerkiksi ravinnon puutteeseen. Verotuksen ollessa additiivista eli lisäävä se lisäisi populaation kuolleisuutta (esim. Anderson & Burnham 1976; Burnham & Anderson 1984; Newton 1998; Kokko 2001). Eikä olisi tuolloin kovinkaan kestävää.

Nämä seikat huomioon ottaen ei metsästyksen kestävyys Euroopan tasolla monin paikoin ole toteutunut. Johtuen ensinnäkin melko suuripiirteisistä kanta-arvioista ja yhtenäisien kansainvälisten seurantaohjelmien puutteesta. Lisäksi riistanhoidon näkökulmasta olennainen kompensoituvaan kannan osaan kohdistuva metsästysverotus ei välttämättä ole monessakaan Euroopan maassa toteutunut. Monin paikoin ei olla selvillä todellisesta metsästysverotuksen voimakkuudesta sekä minkä verran ja mihin populaatioon verotus kohdistuu. Yleisesti Euroopassa vesilintukantojen hoito ja verotus on nojautunut tammikuussa suoritettuihin talvehtivien vesilintujen laskentaan (Scott & Rose 1996; Pöysä 2005; Elmberg ym.2006). Tämä jättää huomiotta populaation suojelun ja hoidon kannalta tärkeitä parametrejä kuten missä verotetut lintuyksilöt ovat tuotettu ja miten eri populaatioihin verotus suhteellisesti kohdistuu (Caizergues ym. 2016).

Talvilaskennat eivät kerro, minkä verran talvehtimisalueiden vesilintukantojen vaihtelut ovat seurausta populaation kokoon vaikuttavista tärkeistä parametreista kuten poikastuotosta tai aikuislintujen kuolleisuudesta (Pöysä 2005). Tällä tavoin tuotettu tieto on riittämätöntä ennustamaan tulevia populaatio koon muutoksia ja suunnittelemaan kestävää metsästysverotusta (Pöysä 2005; Elmberg ym. 2006). Kestävän verotuksen suunnittelua ja vesilintukantojen hoitoa hankaloittaa saalistilastoinnin puuteet. Siten luotettavien kuolleisuus arvioiden laatiminen on hankalaa (Mooij 2005, Pöysä 2005).

Suomessa olemme paremmin selvillä maamme sisäpuolella pesivien vesilintupopulaatioiden tilasta ja niihin vaikuttavista tekijöistä verrattuna moneen muuhun Euroopan maahan. Muuttolintuina vesilintu kantojen hoito on haasteellista ja siten seurantaohjelmissa on kehitettävää myös Suomessa. Lintujen muuttaessa ei suomessa pesineiden vesilintujen verotus täysin tapahdu Suomen rajojen sisällä vaan ympäri Eurooppaa (Pöysä 2005). Muuttavien vesilintulajien kestävä käytön periaatteella, metsästyksen mitoitus ei tule tarkastella pelkästään alueellisella tasolla eikä maan rajojen sisällä, vaan koko lajin levinneisyys alueella vuodenkierron aikana tapahtuva

metsästysverotuksen voimakkuuden perusteella (Mooij 2005). Euroopan tasolla vesilintukantojen hoidon edellytys olisi suhteuttaa verotus kannan kokoon ja poikastuottoon (Pöysä 2005). Kuin myös huomioida lajin eri populaatiot erillisinä yksikköinä ja siten suhteuttaa metsästys sen mukaan (Caizergues ym. 2016), kunkin populaation osalta kestäväksi.

Kohti kestävämpää vesilintujen metsästystä ja kantojen hoitoa Euroopassa sekä edellytyksiä siihen on ehdottanut Pöysä (2005) ja Elmberg ym. (2006) käytettäväksi sopeutuvan luonnonvarojen käytön ja hoidon periaatetta. Siinä metsästysverotus sovitettaisiin vuosittain pesivän kannan ja tuoton mukaan riistakantoja vaarantamatta. Keskeisintä tässä olisi, että paikalliset toimijat, tutkijat ja hallinnot toimivat yhteistyössä tavoitteiden saavuttamisessa. Vesilintujen metsästys painottuu syksyyn, useimmissa Euroopan maissa (Mooij 2005). Vesilintujen syysmuutolla ja levähdysalueilla on merkitystä siihen, miten metsästys verotus alueellisesti jakaantuu.

2.5 Uhat

Vesilintujen muuttoalueiden verkoston levittäytyessä useimpien valtioiden alueille, tekee vesilintujen suojelusta haastavan. Vesilintujen riippuvuus kosteikko elinympäristöihin sekä kosteikkojen välinen välimatka ja eristäytyneisyys lisää haasteita (Scott & Rose 1996). Näiden lisäksi noin puolet kosteikoista olisi hävinnyt viimeisen sadan vuoden aikana (Scott & Rose 1996, Fraser & Keddy 2005). Ihmisen toiminnan vaikutukset ovat merkittävästi kosteikkojen häviämisen taustalla ja nykyistenkin kosteikkojen tila on eriasteisesti heikentynyt (Fraser & Keddy 2005). Vesilintujen suojelun kannalta keskeisintä on saada säilytettyä hyvälaatuisia kosteikoita. Ja niiden hoitotoimenpiteillä voidaan päästä lintujen kannalta hyviin tuloksiin (Weber & Haig 1996, Taft ym. 2002). Tulevaisuudessa on arvioitu, että merivesi nousisi tämän vuosisadan aikana noin 0.9–1.3 metriä (Grinsted ym. 2010). Tämä muuttaisi lintulajien levinneisyyttä ja määriä huomattavasti sellaisilla lajeilla, jotka ovat paljon riippuvaisia tietystä vedenkorkeudesta (Holm & Clausen 2006). Säiden ääriolojen lisääntymisen lisäksi, jo pelkästään ihmisen maakäytön muutoksilla on ollut vaikutusta eliöiden elinympäristöihin. Vaikka linnut ovatkin itse liikkuvia niin ne ovat tiukasti sidottuja tiettyihin kasvillisuus ympäristöihin ja siten niiden liikkuvuus on rajoittuneempaa. Kasveilla on vaikeuksia pysyä mukana nykyisin nopeasti muuttuvassa ympäristössä, joka sillä tavoin rajoittaa myös lintujen levittäytymistä (Newton 1998). Tehokkaat vesilintujen suojelutoimet edellyttävätkin yhteisiä kansainvälisiä toimenpiteitä, joissa suojellaan tärkeitä elinalueita, lajin seurantaa, sekä verotuksen säätelyä (Scott & Rose 1996).

Viime aikoina yhä useampien boreaalisten järvien vesilintulajin populaatiot Suomessa ovat merkittävästi vähentyneet, väheneminen on ollut nopeinta parin viimeisen vuosikymmenen aikana (Pöysä ym. 2013; Virkkala 2016). Laskeva trendi ilmenee myös useilla Suomen Itämeren rannikoilla pesivillä populaatioilla. Syynä tähän on rehevöityminen ja talvien ankaruus, mutta trendien taustalla on myös muita syitä (Rönkä ym. 2005). Joidenkin lajien osalta populaatiokoon laskutrendin taustalla voi olla elinympäristötyyppiin liittyvät tekijät. Pöysä ym. (2013) havaitsivat, että etenkin rehevien vesien specialistilajien populaatiokoot tippuivat suhteessa nopeammin kuin yleislajien. Ilmaston muutos on osasyynä järvien rehevöitymiselle, lauhat ja sateiset talvet ovat lisänneet valumia järviin valuma- alueiden pelloilta (Puustinen ym. 2007).

Metsästyksen merkitystä vesilintukantoihin ei myöskään tule väheksyä, vaikka Pöysä ym. (2013) mukaan metsästys ei ole monen vesilintupopulaation nykyisen laskevan trendin taustalla Suomessa ja Euroopassa. He kuitenkin arvelevat, että metsästys on saattanut ennen lyijyhaulikieltoa rajoittaa vesilintukantoja Suomessa. Lisäksi huomattavasta vesilintujen saalismäärästä ja puutteellisista saalistiedoista Euroopan mittakaavassa pitäisi metsästyksen vaikutusta ja sen alueellista jakautumista tutkia tarkemmin (Mooij 2005).

Tulevaisuudessa ilmastonmuutos vaikuttaa vesilintujen levinneisyyteen, liikkeisiin ja elinympäristöihin (Pöysä 2005, Virkkala & Rajasärkkä 2011, Lehikoinen & Jaatinen 2012, Guillemain ym. 2013). Metsästysverotus voi myös kohdistua täysin uusille alueille ilmaston muuttuessa. Guillemain ym. (2013) mukaan talvehtimisalueiden muuttuessa voi riistavesilinnut vähentyä talvella joistakin Euroopan perinteisistä vesilintumaista. Vesilintupopulaatiot voivat talvehtia sellaisten maiden alueilla, joilla ei aiemmin ole ollut mainittavaa vesilintukantaa eikä säädeltyä metsästystä. Metsästyspaineen muutoksia ja sen vaikutuksia on täten vaikea ennakoida. Toki muutokset voivat vaikuttaa joihinkin lajeihin myös positiivisesti. Sinisorsien vuosittainen säilyvyys on kuitenkin kasvanut viimeisten vuosikymmenten aikana. Mahdolliset syyt ovat talvehtimisalueiden siirtyminen ja muutokset metsästys paineessa. Viimeisten vuosien aikana sinisorsien muuttomatka talvehtimisalueille on lyhentynyt ja siten metsästysverotuskin voi jakaantua eri tavalla (Gunnarsson ym. 2012b).

Ilmaston muuttuessa on joillakin lintulajeilla haasteensa ajoittaa kevätmuuttonsa suotuisaan ajankohtaan. Monet eurooppalaiset muuttolinnut, joiden pesivä populaatiot ovat vähentyneet eivät ole reagoineet ilmaston muutokseen ja siten aikaistaneet kevätmuuttoansa. Lajit, joiden populaatiot ovat vakaat tai kasvaneet ovat aikaistaneet kevätmuuttoansa (Møller ym. 2008). Lisäksi ilmaston muutos voi muuttaa poikasten ravinnon esiintyvyys huipun ajankohtia ja siten emolinnuilla on vaikeuksia ajoittaa pesintä oikeaan aikaan. Ajoituksen eriaikaisuus- hypoteesin mukaan lintujen

poikasten ravinnontarpeen kriittinen vaihe ei ajoitu samaan aikaan saaliseliöiden saatavuus huipun kanssa. Tämä voi ilmetä huonona pesimämenestyksenä ja siten vähentää pesivää populaatiota (Møller ym.2008).

Vesilintujen perinteisillä muuttoreittien varrella sijaitsevilla levähdysalueilla on tärkeä merkitys. Niillä suuri osa populaatiosta pysähtyy suhteellisen pienelle alueelle tankkaamaan ravintovarojaan. Mitä suuremmat ravintovarastot naaras ehtii hankkia ennen pesinnän alkamista sitä suuremman määrän jälkeläisiä, se pystyy tuottamaan (esim. Ebbinge & Spaas 1995). Tunnistamalla nämä tärkeät alueet ja luomalla muuttoreittien varrelle levähdysalueiden verkosto, voidaan populaatioiden suojelua tehostaa (esim. Frederiksen ym. 2001). Nämä alueet ilmaston muuttuessa voivat kuitenkin muuttua nopeasti, lintujen reagoidessa ilmaston muutokseen muuttoreittejä vaihtamalla. Lintujen merkitseminen soveltuu hyvin näiden muutosten selvittämiseen (Baillie ym.2009).

Suojelualueiden verkostot suojelevat lajeja ihmisen aiheuttamilta ympäristön muutoksilta: Ne ovat alun perin suunniteltu lajien sen hetkisen levinneisyyden mukaan ja ilmaston muuttuessa muuttuvat myös vesilintujen levinneisyydet ja suojelualueiden tarpeet (Virkkala & Rajasärkkä 2011; Guillemain ym. 2013). Lisäksi ilmaston muuttuessa voi tapahtua muutoksia myös lintujen pesintäalueissa, optimaalisten pesintäympäristöjen vetäytyessä yhä pohjoisemmaksi (Guillemain ym. 2013).

3 Vesilintupopulaatioiden seuranta

3.1 Yleistä seurannoista

Lintukantoja seuraamalla ilmenee niissä tapahtuvat muutokset. Pitkäkestoinen lintukantojen seuraaminen on lintupopulaatioiden suojelun perusta (Saurola, Valkama & Velmala 2013). Tyypillisesti Euroopassa vesilintujen seuranta on perustunut keskitalven talvehtivien kantojen laskentaan, johon myös vesilintukantojen hoito on nojautunut (Scott & Rose 1996, Pöysä 2005, Elmberg ym.2006). Muuttolintujen suojelun suunnittelun ja niiden ekologian ymmärtämisen kannalta, populaatioiden eri vuodenkierron vaiheessa tapahtuva liikehdintä tulisi selvittää. Monien lintulajien kohdalla tämä ei toteudu (Thorup ym. 2014). Muuttolintujen tutkimuksissa esiintyy puutteita. Erityisen tärkeää olisi saada selville missä määrin samojen pesintäalueiden lintulajien yksilöt käyttävät samoja talvehtimisalueita elinympäristönään (Esler 2000). Näiden alueiden kytkeytyneisyyttä populaatioihin ja käsitettä muuttoliikkeiden yhteys (engl. migratory connectivity), ovat ehdottaneet käytettäväksi Webster ym. (2002), heidän määritelmänsä mukaan se kuvaa

yksilöiden liikkeitä talvi ja kesäpopulaatioiden välillä. Lisäksi se käsittää näiden alueiden väliset muutonaikaiset levähdysalueet. Heidän mukaansa muuttolintujen tehokas suojeleminen edellyttää populaation yksilöiden esiintymisen selvittämisen sekä ajassa että tilassa. Muuttoliikkeiden yhteyksistä pyritään pääsemään selville esiintyvätkö erillään pesineet populaatiot selvästi erillään toisistaan myös talvehtimisalueillaan ja kuinka laajalti. Minkä verran populaatiot esiintyvät päällekkäin ja minkä verran esiintyy yksilöiden vaihtuvuutta populaatioiden välillä. (Saurola, Valkama & Velmala 2013).

Yksilöiden tunnistaminen ja seuraaminen on edellytys yksilö ja populaatiotason tutkimuksiin ja liikkeiden selvittämiseen. Se on myös tarpeellista muuttoliikkeiden yhteyksien selvittämisessä (Thorup ym. 2014). Perinteisesti lintuja voidaan seurata niitä merkitsemällä. Merkittyjen lintujen lisäksi, merkitsemättömien lintujen havainnot muuttoreittien varrella auttavat vahvistamaan merkityistä linnuista saatuja havaintoja. Lisäksi nämä havainnot ilmaisevat muuton ajoittumista (Owen & Black 1990). Lintuja merkitsemällä voidaan myös arvioida yksilölukumääriä muuttoreittien levähdysalueilla (Fredriksen ym. 2001; Gillings ym. 2009). Muuttoliikkeiden yhteyksien selvittämiseksi, on tehty huomattavia ponnisteluja lintujen rengastusta apuna käyttäen. Tästä huolimatta useimpien, etenkin pohjoisimpien alueiden lintulajien tarkemmat muuttoyhteydet ovat yhä selvittämättä. Näiden selvittämiseksi uudet kehittyneemmät menetelmät kuten geneettiset markerit ja isotooppianalyysit tuovat lisätarkkuutta ja paikkaavat rengastusaineistojen puutteita (Webster ym 2002).

3.2 Lintujen merkintämenetelmiä

Yksityiskohtaisempaa tietoa lintujen liikkeistä ja muuttokäyttäytymisestä on yleisimmin saatu merkitsemällä linnut siihen soveltuvilla merkeillä. Tällä tavoin saadaan tietoa linnun liikkeistä merkitsemispaikalta ja mistä kyseinen yksilö seuraavan kerran tavataan. Liikkeet näiden havaintopaikkojen välillä pysyvät kuitenkin pimennossa. Yleisimpinä merkkeinä on käytetty lintujen jalkaan asennettuja metallirenkaita (esim. Owen & Black 1990).

On olemassa eri termejä merkittyjen eläinten uudelleen kohtaamiseen. Näitä on ehdottanut Thomson ym. (2009) käytettäväksi seuraavanlaisesti ”recovery”, jossa on päästy käsiksi ja kohdattu kuollut rengastettu eläin. Termit ”recapture” ja ”resighting” tarkoittavat, että merkityt eläimet on uudelleen pyydystetty tai uudelleen nähty elävinä. Yhteisenä terminä näistä kolmesta termistä voidaan käyttää, kun eläin merkitsemisen jälkeen tavataan ”re- encounter” eli uudelleen tavataan. Tähän liittyen Suomen kielisiä termejä on käsitelty esimerkiksi Saurola, Valkama ja Velmala

(2013), kuolleen tavan rengastetusta linnusta käyttäen termejä löytö tai rengaslöytö. Elävien lintujen osalta kontrolli, jonka on rengastaja tai lintu harrastaja ilmoittanut. Kokonaisuutena näistä molemmista termeistä voidaan käyttää tapaaminen. Näitä suomalaisia termejä tulen käyttämään tässä työssäni.

3.2.1 Lintujen rengastus

Lintu yksilöiden merkitseminen renkailla on yhä suosituin menetelmä saada tietoa lintujen biologiasta, ekologiasta, käyttäytymisestä, muutosta ja populaatio dynamiikasta (Baillie ym. 2007). Merkitseminen tapahtuu, kun lintuun on päästy käsiksi esimerkiksi pyydystämällä. Renkaasta ilmenee renkaan sarjanumero ja palautus osoite. Lintujen rengastaja ilmoittaa rengastetun linnun tiedot kunkin maan rengastuskeskukseen. Samalla tavalla toimii linnun uudelleen tavannut henkilö. Rengastuksen tapaamistiedot palautuvat, kun lintu on löytynyt kuolleen. Yleensä törmänneenä johonkin tai saatu saaliksi metsästäjällä. Löytäjät ovat usein tavallisia kansalaisia (esim. Thorup ym. 2014).

Lintujen rengastus on suosittua Euroopassa. Noin 115 miljoonaa lintua on jo rengastettu Baillie ym. (2007) mukaan, ja näistä noin 5 miljoonaa on uudelleen tavattu. Nämä tiedot on tallennettu EURING- tietopankkiin (<https://euring.org/data-and-codes/euring-databank>). Tietokanta käsittää rengastustiedot lähes 500 lintulajista. EURING (European Union For Bird Ringing) Euroopan rengastuskeskusten liitto on perustettu vuonna 1963. Pyrkimyksenä on tiivistää eri maiden rengastuskeskusten yhteistyötä, edistää tutkimusta ja rengastuksen yleistä tunnettavuutta. Lintujen rengastus Suomessa on ollut aktiivista, rengastustilasto osoitti vuoden 2011 lopussa yli 10 miljoonaa rengastettua lintua (Sauola, Valkama & Velmala 2013). Lintujen rengastus on kuitenkin viime vuosikymmeninä Euroopassa taantunut. Rengaslöydöt Suomessa ovat myös laskeneet 1990-luvulta lähtien (Sauola, Valkama & Velmala 2013). Rengaslöytömäärien kehitys riistavesilinnuilla on myös laskeva viimeisen 50- vuoden ajalta. Riistalajeilla se oli kuitenkin huomattavasti suurempaa kuin muilla lajeilla (Guillemain ym. 2011).

Pohjois- Amerikassa on 1900- luvun alkupuolelta lähtien ollut rengastushankkeita vesilintujen liikkeiden selvittämiseksi ja niiden hoidon tueksi. Kahdessa vuosikymmenessä rengastettiin 1–1,5 milj. lintua. Aineistolla saatiin selville lintujen pesintä- ja talvehtimisalueet, lisäksi sen avulla tunnistettiin neljä eri muuttoreittiä näiden alueiden välillä (Crissey 1955). Tutkimusmenetelmän rengastusaineistoon liittyvä omat haasteensa. Rengastetun yksilön tapaamis- todennäköisyydessä on suuria eroja. Lisäksi aineisto voi vääristyä, liittyen rengastustietojen raportointi todennäköisyyteen,

kuin myös suhteellisen pieneen otoskokoon (Perdec 1977). Lukuisia populaatioon kuuluvia lintu yksilöitä tulee rengastaa ennen kuin päästään käsiksi riittävään rengastusaineistoon. Populaatioiden muuttoreitin ja liikkeiden kuvaileminen vaati suuren joukon havaintoja muuttoreitin varrelta (Owen & Black 1990). Tapaamistodennäköisyyteen vaikuttaa väestön tiheys ja sen jakautuminen, kulttuuri ja lukutaito. Nämä seikat vaihtelevat alueellisesti ympäri maailman (Saurola, Valkama & Velmala 2013). Pohjoisen kaukaisilla ja vaikeakulkuisilla alueilla tapaamis- todennäköisyys on pientä ja renkaiden käyttö siten suhteellisen tehotonta (Owen & Black 1990). Myös tilastollisissa analyyseissa on kehitettävää. Yleensä monet tapaamisaineistoista tehdyt tulkinnat ja atlatset ovat olleet kvalitatiivisia. Niistä ovat puuttuneet tilastolliset analyysit (Thorup ym. 2014). Tilastollisia analyysejä näiden puuteiden korjaamiseksi on kehitelty (mm. Korner- Nievergelt ym. 2010a; 2010b).

Vesilinnut riistalajeina kuitenkin tavataan suhteessa helpommin verrattuina muihin lintulajeihin. Rengastettuihin lintuihin päästään näin käsiksi saadun saaliin muodossa. Vesilintujen osalta arvion mukaan noin 15–25 % rengastetuista linnuista tavataan (esim. Owen & Black 1990). Lisäksi rengastusaineistolla voidaan päästä tarkemmin käsiksi metsästyskuolleisuuden vesilinnuilla, kuin suoraan vertaamalla arvioitua populaatio kokoa ja saaliiksi saatuja yksilöitä. Metsästyskuolleisuutta arvioitaessa tutkimustuloksiin on suurta vaikutusta sillä, kuinka tehokkaasti metsästäjät ilmoittavat rengastustiedot eteenpäin saaliiksi saadusta linnuista (Bellrose 1955). Erään arvion mukaan Yhdysvalloissa normaalien jalkarenkaiden raportointi todennäköisyys sinisorsilla oli noin 30 % luokkaa (Nichols ym. 1991). Eroavaisuuksia eri vesilintulajien rengastietojen palautumisesta on tutkinut esimerkiksi Guillemain ym. (2011) tavilla ja sinisorsalla. Heidän mukaansa näiden lajien tapaamis- todennäköisyys on heidän tutkimuksessaan sama. Tutkimus kuitenkin osoitti, että tavin renkaan tiedot palautuivat todennäköisemmin kuin sinisorsan. Syyksi he arvelivat tavin muuttolintuna tutkimusalueella kiinnostavammaksi lajiksi, kuin enemmän paikallinen ja tutumpi sinisorsa. Tutkimus ilmensi myös mahdollisia kulttuurillisia eroavaisuuksia Ranskan ja Iso-Britannian välillä. Rengaslöytöjä oli noin 33 % enemmän Iso- Britanniassa.

Aiemmin tavista rengastusaineiston perusteella muodostettu eurooppalainen levinneisyyskartta jakaa kahteen osapopulaatioon, jotka käyttävät eri alueiden muuttoverkostoa ja erillisiä pesintäalueita (Scott & Rose 1996). Guillemain ym. (2005), mukaan Länsi- Euroopassa talvehtivat tavit kuuluvat rengastusaineiston perusteella samaan populaatioon, joiden pesintäalueet ovat levittäytyneet laajasti Skandinaviasta itään aina Siperiaan asti.

Vaikka lintujen rengastus menetelmänä on ollut pitkään käytössä, se on yhä käyttökelpoinen metodi lintupopulaatioiden tutkimuksissa huolimatta siihen liittyvistä rajoitteista. Pyydystä- merkitse- uudelleenpyydystä-analyyysien kehittyminen ja sen käyttö rengastusaineistojen apuna, on lisännyt

sen käyttökelpoisuutta (Lebreton ym.1992). Rengastuksen avulla saatu pitkäkestoinen aineisto auttaa selvittämään lintupopulaatioissa tapahtuneita historiallisia muutoksia. Myös maapallon viimevuosien nopeiden muutosten ja niiden vaikutusten tutkimisessa on pitkä rengastusaineisto osoittanut tärkeytensä (Thorup ym. 2014). Rengastuksilla saatu aineisto on lajimäärältään ja lukumäärältään suuri. Tähän ei tulla pääsemään uusilla teknologisilla menetelmillä, koska ne menetelminä ovat työlämpiä ja kalliimpia (Fiedler 2009).

3.2.2 Tekniset ja vaihtoehtoiset merkintämenetelmät

Lintujen rengastamisen lisäksi on olemassa muitakin erilaisia merkitsemistapoja, joilla eri yksilöt voidaan tunnistaa. Linnut voidaan varustaa merkeillä, jotka mahdollistavat yksilöiden tunnistamisen kauempaakin. Tähän soveltuvat erilaiset värirenkaat, siipimerkit tai kaularenkaat. Näillä menetelmillä voidaan päästä huomattaviin uudelleen kohtaamismääriin havainnoimalla lintu maastossa. Menetelmä soveltuu tutkimushankkeisiin, jossa systemaattisesti pyritään havaitsemaan tunnistettavia lintuyksilöitä. Menetelmällä voidaan saada havaintoja myös satunnaisesti eri lintuharrastajilta ja lintujen tarkkailijoilta (Thorup ym. 2014). Suurilla ja pitkäkaulausilla lajeilla kuten joutsenet hanhet, voidaan käyttää kaularenkaita ja ne voidaan lukea kauempaa kiikareilla, kaukoputkilla tai valokuvata (Owen & Black 1990, Saurola, Valkama & Velmala 2013). Siipimerkki menetelmässä linnun siipeen kiinnitetään pieni numeroin ja osoittein varustettu levy. Se soveltuu sellaisten lajien poikasille, jotka jättävät pesänsä melkein heti kuoriutumisen jälkeen. Erityisesti lajien, joiden poikasten jalat kehittyvät hitaasti kuoriutumisen jälkeen. Niitä ei voida tällöin varustaa sopivilla jalkarenkailla. Menetelmää käytetään vähäisessä määrin erikoistutkimuksissa (Saurola, Valkama & Velmala 2013).

Tekniikan kehittyessä yhä enemmän on käytetty apuna teknisiä seuranta laitteita selvitetessä yksityiskohtaisemmin lintujen liikkumista (esim. Fiedler 2009). Perinteisimpiä teknillisiä seuranta laitteita ovat radioseurantalaiteet kuten VHF- tekniikkaan perustuvat laitteet. Lintuun asennetaan lähetinlaite, joka lähettää signaaleja, joka pyritään paikallistamaan vastaanotin laitteen avulla suuntimalla signaalin suuntaa (Saurola, Valkama & Velmala 2013). Paasivaara (2009) on tutkinut Suomessa telkkäpoikueiden ympäristön käyttöä VHF- radiolaittein. Menetelmä soveltui paikallistason tutkimuksiin. Tutkimus seurasi merkittyjen naaraiden ja sen mukana liikkuvien poikasten ympäristön käyttöä läheisillä vesistöillä.

Mikrosiru (*engl. transponder*) menetelmänä toimii samalla tavalla kuin esimerkiksi monelle tutut koirien mikrosirut. Se asennetaan ihon alle ja lukulaite lukee yksilöidyn lukukoodin ihon läpi.

Lukulaitteiden kehitys on mahdollistanut koodin luvun jo metrin päästä. Menetelmä ei sovellu kovinkaan hyvin lintujen liikkeiden tutkimiseen isommassa mittakaavassa. Parhaiten menetelmä soveltuu populaatio ekologisiin tutkimuksiin. Erityisesti niillä voidaan tutkia lintuja, jotka pesivät ihmisten rakentamissa keinopesissä, kuten pöntöissä (Saurola, Valkama & Velmala 2013).

Vesilinnuista menetelmän voidaan ajatella soveltuvan koloja pesimäpaikkoinaan käyttävien telkän ja koskeloiden elinympäristön käytön tutkimuksiin.

Geopaikkannin (*engl. geolocator*) vaatii, että lintu merkinnän jälkeen täytyy saada uudelleen kiinni, jolloin paikantimeen muistiin jääneet paikka tiedot voidaan purkaa. Toiminta perustuu päivän pituuteen, jonka avulla voidaan määrittää leveys- ja pituusasteet ja nämä tiedot laite tallentaa muistiinsa. Laite keveytensä vuoksi soveltuu erittäin hyvin pienille lajeille. Huolimatta pienestä koosta se pystyy silti käsittelemään suuren määrän tietoa. Se on myös suhteellisen halpa verrattuna muihin teknisiin laitteisiin, kuten satelliitti seurantalaitteisiin. Laitteen käyttöön liittyy paljon epävarmuutta, riippuen siitä miten hyvin lintuun päästään uudestaan käsiksi. Lisäksi huonona puolena on liikkeiden suurpiirteisyys, koska laite ei anna niin tarkkaa tietoa kuin GPS-satelliittiseuranta laitteet (Saurola, Valkama & Velmala 2013).

Teknologian kehitys on helpottanut muuttoyhteyksien ja linnun alkuperän selvittämistä. Kullakin metodilla on kuitenkin omat heikkoutensa. Satelliittitelemetria välittää suoraa tietoa yksilöiden liikkeistä. Ja näin päästään erinomaiseen tarkkuuteen. Niiden käytössä vaan omat rajoituksensa, kuten kallis hinta. Lajien koko myös rajoittaa paikantamien kuljetuskykyä, joten se soveltuu ainoastaan isoille lajeille (Webster ym. 2002, Saurola, Valkama & Velmala 2013). Suositusten mukaan laitteenpaino saa olla enintään 3 prosentin luokkaa linnun painosta. Antennin kautta laite vastaan ottaa tarkan linnun sijainen. Sen tallentama tieto välitetään satelliittien kautta tietyn päivän väliajoin. Tutkijat saavat paikkatiedon satelliittikeskuksen kautta omaan käyttöönsä (Saurola, Valkama & Velmala 2013). Satelliittiseurantaa on käytetty menestyneesti sorsilla ja sillä on onnituttu saamaan yksilöllistä tietoa lintujen liikkeistä (esim. Miller ym. 2005, Gaidet ym. 2010).

GPS- tekniikkaan perustuvista seurantalaitteista GPS- tallentimen toimintaperiaate on geopaikantimen kaltainen. GPS- tallentimen (*engl. GPS- datalogger*) toiminta perustuu liiketietojen tallentumiseen paikanninlaitteen muistiin. Kohde lintua tulee päästä vähintään 150 metrin etäisyydelle, josta paikantimen tiedot voidaan vastaan ottaa langattomasti tietokoneelle. Kohtuu kustannuksin päästään käsiksi tarkkoihin linnun liiketietoihin, jos vain onnistutaan pääsemään paikantimen langattoman verkon kantamalle (Saurola, Valkama & Velmala 2013).

Satelliittiseurannan kalleus rajoittaa käytön ainoastaan muutamaankin yksilöön, joten seurannalla saatu aineisto on vielä liian pientä tilastolliseen testaukseen. Rengaslöydöillä ja satelliittiseurannalla luotuja muuttoreittejä ja niiden mahdollisia eroavaisuuksia ei pystytä testaamaan. Rengaslöytöjen avulla muodostettua kuvaa pystytään satelliittiseurannalla täydentämään ja arvioimaan (Saurola, Valkama & Velmala 2013). Yhdistelemällä eri menetelmillä hankittua aineistoa voidaan päästä tarkempaan yksityiskohtiin lintujen liikkeistä. Käyttämällä perinteisiä lintujen liikkeiden seurantamenetelmiä yhdessä uusimpien menetelmien kanssa ja mahdollisesti myös laskenta-aineistoja, paranee tarkkuus huomattavasti (Royle & Rubenstein 2004). Esimerkiksi muutama populaation yksilö voidaan varustaa sopivilla seurantalaitteilla. Näistä saatua tietoa täydennetään suuremman joukon osalta populaatiosta, joita on seurattu joko renkain tai värillisin merkein (Baillie ym. 2009).

Satelliittiseurannan ja rengastuksen yhteistulosten avulla kuva lintujen muutosta selkiytynyt, muuton aikataulu, muuttoreitit ja sen varrella sijaitsevat levähdysalueet, sekä talvehtimisalueet ovat tarkentuneet. Pienemmässä paikallistason mittakaavassa on päästy tietoon elinpiirin laajuudesta vuodenvaihteen eri vaiheissa (Saurola, Valkama & Velmala 2013). Pitkäaikaisten rengastusaineistojen tärkeys nousee esiin tässäkin yhteydessä, eikä teknilliset seurantalaitteet yksistään helpota vesilintujen liikkeiden ja alkuperän selvittelyä

3.3 Menetelmät ilman lintujen yksilöllistä merkintää

Edellä käsiteltyjen seurattavaan lintuun asennettujen ulkoisten merkkien lisäksi lintujen liikeitä voidaan seurata ns. sisäisillä merkeillä kuten geneettisillä markkereilla tai isotooppi-analyysillä. Niillä saadaan epäsuora tietoa lintujen liikkeistä. Menetelminä ne eivät vaadi, että populaatiot ovat selkeästi erilaisia tai niiden olinpaikat sijaitsevat selkeästi erillään (Webster ym 2002). Geneettiset markerit soveltuvat populaatiotason tutkimuksiin, joilla selvitetään lintujen levittäytymistä ja elinalueiden laajenemista (Webster ym 2002). Geneettisillä analyysillä ei kuitenkaan päästä kovinkaan tarkkoihin tuloksiin, jos osapopulaatioiden välillä on vähäistäkin liikehdintää ja geenien vaihduntaa (Kraus ym. 2013). Isotooppi-menetelmä yksin käytettynä antaa taas melko karkean kuvan lintujen liikehdinnästä (Guillemainn ym. 2014). Menetelmänä se soveltuu sellaisten lajien tutkimuksiin, joiden liikkumista tunnetaan vähän, joista on kertynyt vähän rengastusaineistoa ja joissa tapaaminen on vähäistä (Saurola, Valkama & Velmala 2013).

Alkuaineiden vakaiden eli stabiilien isotooppien- tutkimusmenetelmää voidaan käyttää hyväksi määrittelemällä lintujen sulasta sen kasvun aikana kertynyt sen maantieteellisen alueen tyypillinen

isotooppikoostumus. Tämä koostumus määritetään linnun sulasta nykyisin teknisillä laitteilla (esim. Saurola, Valkama & Velmala 2013). Vakaiden isotooppien soveltuvuus selvittäessä muuttavien eläinten alkuperää, perustuu isotooppi pitoisuuden kulkeutumiseen ravintoverkon kautta eläimen kudoksiin. Se millä alueella kudos on kasvatettu, siihen on kertynyt sillä alueella tyypillinen isotooppikoostumus (esim. Bowen ym. 2005). Vesilinnut kasvattavat siiven sulkansa synnyin alueillaan. Aikuiset linnut myös sulkivat siiven sulkansa jossakin vaiheessa kesää, monet tekijät määrittelevät paikan ja ajankohdan (ks. Salomonsen 1968). Sulasta voidaan määrittää vedyn vakaa isotooppikoostumus, mikä on kertynyt ruokaketjun kautta linnun siipien sulkiin (Hobson ym. 2004, Hobson 2008). Isotooppi analyysien edellytys on, että isotooppi suhteissa esiintyy paikallista vaihtelua (Webster ym. 2002). Sadeveden vedyn vakaa isotooppikoostumus vaihtelee tietyllä tavalla maantieteellisesti leveys- ja pituusasteiden mukaan (Bowen ym. 2005).

Vedyn vakaa isotooppi- menetelmä on osoittautunut melko lupaavaksi keinoiksi selvittää riistasorsien muuttoyhteyksiä, jouhisorsilla (Yerkes ym. 2008), sinisorsilla (Gunnarsson ym. 2012a), tavilla (Guillemain ym. 2014) ja tukka- sekä punasotkalla (Caizergues ym. 2016). Riistalajeilla yksilöiden alkuperän selvittäminen olisi niiden suojelun kannalta tärkeää. Kun tiedetään lintuyksilöiden oletettu alkuperä, pystyttäisiin selvittämään pesintäalueiden mahdollisia tekijöitä, jotka vaikuttavat populaatioiden vähenemiseen (Caizergues ym. 2016).

Isotooppi menetelmien hyödyt ja haitat verrattuna perinteisempiin merkintämenetelmiin. Isotooppi menetelmä mahdollistaa verrattain paljon suuremman näyte määrän keräämisen ja melko pienellä vaivalla. Lintu yksilöt ovat tarpeellista kohdata vain kerran, joko elävänä tai kuolleena. Isotooppi menetelmän haitaksi voidaan katsoa suhteellisen karkea alkuperäalueen määrittäminen. Paljolti sen tarkkuuteen vaikuttaa isotooppi suhteiden alueellinen jakautuminen (engl. isoscabe) (Caizergues ym. 2016). Virheitä alkuperän määrittämiseen luovat populaation yksilöiden väliset vaihtelut linnun sulan isotooppikoostumuksessa kuin myös virheet kuvaillussa alueellisissa isotooppi koostumuksissa. Tästä seuraa, että linnun alkuperä määritetään väärään paikkaan (Royle & Rubenstein 2004, Wunder & Norris 2008). Vedyn isotoopin alueellinen jakautuminen (engl. isoscape) pitkin mantereita on pituussuunnan tarkkuuden osalta heikkoa. Populaatiot, joilla laaja pituussuuntainen levinneisyys, antaa melko karkean kuvan linnun alkuperän määrittämiseen (Bowen ym. 2005). Tarkkuutta voidaan parantaa eri aineistoja yhdistämällä (Royle & Rubenstein 2004). Muuttolintujen tutkimuksissa rengastusaineistoja ja linnun isotooppiaineistoja yhdistämällä päästään parempaan tarkkuuteen. Rengastusaineisto ja siitä muodostetut mallit populaation muuttosuunnista lisäävät isotooppiaineiston tarkkuutta (Wilgenburg & Hobson 2011, Guillemain ym. 2014).

Mahdollisten osapopulaatioiden olemassaolon selvittämiseksi pelkkä rengastusaineistoilla tuotettu tieto on suhteellisen hidasta. Guillemain ym. (2014) mukaan vesilintujen alkuperän ja maantieteellisen levinneisyyden selvittämiseen menisi rengastusaineistolla vuosikymmeniä, eikä täten sovellu mahdollisten levinneisyyden muutosten tutkimiseen säännöllisin väliajoin. Rengastusaineistoa ja isotooppianalyysiä yhdistämällä linnun alkuperä voidaan määrittää suhteellisen helposti ilman huomattavaa rengastusaineistoa. Guillemain ym. (2005), mukaan Länsi-Euroopassa talvehtivat tavit kuuluvat rengastusaineiston perusteella samaan populaatioon. Yhdistetty isotooppi ja rengastusaineisto vahvistavat samaa. Ranskassa talvehtivat tavit ovat samaa pohjoista alkuperää laajalta alueelta Suomesta Ural vuoristolle saakka (Guillemain ym. 2014). Osoittaen Euroopan maiden ja Venäjän yhteistyön tarvetta tavipopulaatioiden hoidossa ja suojelussa (Guillemain ym. 2014). Vesilintupopulaatioiden suojelun ja hoidon kannalta täytyisi olla selvillä pesintäalueiden ja talvehtimisalueiden yhteydestä ja siten hoito kohdistaa koordinoitusti koko muuttoverkoston kattavaksi (Elmberg ym. 2006).

4 Riistavesilintujen alkuperän tunteminen ja sen hyödyntäminen populaatioiden hoidossa

Vesilintukantojen kestävä metsästys, suojelu ja hoito Euroopassa tulisi perustua sopeutuvan luonnonvarojen hoidon ja käytön periaatteeseen (Pöysä 2005, Elmberg ym. 2006). Riistavesilintukantojen kestävä käyttö ja hoito monin paikoin Eurooppaa ei välttämättä kuitenkaan toteudu. Huolimatta siitä kuinka suosittua niiden metsästys ja merkitys riistavarana ovat Euroopassa. Puutteet seurantaohjelmissa kuin metsästyksen mitoituksessa peräänkuuluttavat yhtenäisiä hoito ja suojelutoimia (Mooij 2005).

Vesilintukantojen hoito Euroopassa vaatii nopeita toimenpiteitä. Vesilintupopulaatiot ovat monin paikoin taantuneet (Rönkä ym. 2005; Pöysä ym. 2013; Virkkala 2016). Niihin kohdistuu monin paikoin olosuhteiden muutoksia. Kosteikko elinympäristöt ovat kadonneet ja monen jäljellä olevan kosteikon tila on heikentynyt (Fraser & Keddy 2005).

Vesilintukantojen hoidossa olisi ensi arvoisen tärkeää tunnistaa kunkin populaation tärkeimmät elinalueet. Niiden vuodenkierron aikaiset liikkeet kuin myös alkuperä tulisi selvittää. Lajin eri osapopulaatioita tulisi hoitaa erillisinä yksikköinä ja mitoittaa metsästysverotuksen voimakkuus sen mukaan (Caizergues ym. 2016). Alkuperän määrittämisessä tuo haasteensa rengastusmenetelmän työläys ja hitaus (Owen & Black 1990). Kuin myös mahdollisten osapopulaatioiden selvitys tällä menetelmällä (Guillemain ym. 2014). Lisäksi haasteita lisää sulkasadosta johtuva monitahoinen

liikehdintä (Salomonsen 1968). Tulevaisuudessa ilmaston muutos muuttaa lintujen levinneisyyttä ja siten myös metsästyssaaliiden jakautumista eri maissa (Lehikoinen & Jaatinen 2012).

Puutteista huolimatta rengastushankkeita tulisi jatkaa myös tulevaisuudessa. Sitä pitäisi pyrkiä lisäämään erityisesti pohjoisilla alueilla, joissa rengastusmäärät ovat pieniä. Näin metsästäjien saaliiksi joutuisi enemmän rengastettuja vesilintuja ja niiden alkuperä pystytäisiin osoittamaan. Rengastusmenetelmät tukevat uusia seuranta menetelmiä. Ilman tätä monet niistä menettäisivät merkityksensä. Yhdistetyillä aineistoilla päästään parempiin alkuperän tarkkuuksiin (Royle & Rubenstein 2004).

Satelliitti seuranta laitteet olisivat käyttökelpoinen menetelmä yksityiskohtaiseen populaatioiden yksilöiden seurantaan. Mutta siihen liittyvät rajoitteet rajaavat sen muutaman populaation yksilön tutkimuksiin ja siihen liittyvät myös laji rajoitteet. Niiden kehitys tulee tulevaisuudessa parantamaan tilannetta. Menetelmän käyttö antaa hieman suuntaa arvioitaessa minkä populaatioiden yksilöitä milläkin alueilla verotetaan. Mitä alueita populaation yksilöt käyttävät muuttomatkoillaan ja siten myös mahdollisesti muut populaatiot yksilöt. Lisää tarkkuutta tähän antavat rengastetut saman populaation yksilöt.

Isotooppi menetelmillä ei lintua tarvitse erikseen merkitä. Saaliiksi saadun linnun siipisulasta voidaan alkuperä määrittää ja määritystä tukea muilla menetelmillä. Erityisesti rengastusaineistoa apuna käyttäen. Näin alkuperä voidaan suhteellisen nopeasti määrittää (Guillemain ym. 2014). Vesilintujen levinneisyyksien ja niiden suosimien elinalueiden nopeita muutoksia menetelmällä voitaisiin tutkia suhteellisen helposti. Menetelmällä voitaisiin myös selvittää tärkeitä sulkasatoalueita ja siten kohdistaa hoito suojelutoimet niihin. Sulkasato alueilla on erityinen merkitys lintujen ollessa lentokyvyttömiä. Ravintoa tulisi olla hyvin saatavilla ja alueen olla linnuille turvallinen (Salomonsen 1968). Vesilintusaaliista menetelmään saadaan helposti ja nopeasti aineistoa. Näin päästäisiin helpommin selville osapopulaatioihin kohdistuvasta metsästyspaineesta koko sen vuodenkierron aikana Euroopassa. Arvioida sen pohjalta kunkin maan verotuksen taso. Myös yhteistyötä ja seurantaohjelmia yhdessä Venäjän kanssa tulisi lisätä. Huomattava osa Euroopan vesilinnuista pesii Venäjällä (esim. Guillemain ym. 2014). Näin metsästyksessä päästäisiin lähemmäksi luonnonvarojen kestävä käytön periaatetta Euroopassa. Tuntemalla lintujen alkuperä ja niiden käyttämät elinalueet, voidaan hoito- ja suojelutoimenpiteet kohdistaa oikein niin nyt kuin myös tulevaisuudessa.

5 Kirjallisuus

- Anderson DR & Burnham KP. (1976) Population ecology of the mallard. VI. The effect of exploitation on survival. U.S. Fish and Wildlife Service Resource Publication 128: 1-66.
- Baillie S, Bairlein F, Clark J, Du Feu C, Fiedler W, Fransson T, Hegelbach J, Juillard R, Karcza Z, Keller LF, Kestenholz M, Schaub M & Spina F. (2007) Bird Ringing for Science and Conservation. Thetford: EURING.
- Baillie SR, Robinson RA, Clark JA & Redfern CPF. (2009) From individuals to flyways: The future of marking birds for conservation. *Ringling Migr* 24(3): 155-161.
- Bellrose FC. (1955) A Comparison of Recoveries from Reward and Standard Bands. *The Journal of Wildlife Management* 19(1): 71-75.
- Bonnet X, Bradshaw D & Shine R. (1998) Capital versus income breeding: An ectothermic perspective. *Oikos* 83(2): 333-342.
- Bowen GJ, Wassenaar LI & Hobson KA. (2005) Global application of stable hydrogen and oxygen isotopes to wildlife forensics. *Oecologia* 143(3): 337-348.
- Burnham KP & Anderson DR. (1984) Tests of compensatory vs. additive hypotheses of mortality in mallards. *Ecology* 65(1): 105-112.
- Caizergues A, Van Wilgenburg SL & Hobson KA. (2016) Unraveling migratory connectivity of two European diving ducks: a stable isotope approach. *Eur J Wildl Res* 62(6): 701-711.
- Clausen P, Green M & Alerstam T. (2003) Energy limitations for spring migration and breeding: The case of brent geese *Branta bernicla* tracked by satellite telemetry to Svalbard and Greenland. *Oikos* 103(2): 426-445.
- Crissey WF. (1955) The Use of Banding Data in Determining Waterfowl Migration and Distribution. *The Journal of Wildlife Management* 19(1): 75-84.
- Dalby L, Fox AD, Petersen IK, Delany S & Svenning J-. (2013) Temperature does not dictate the wintering distributions of European dabbling duck species. *Ibis* 155(1): 80-88.
- Delany S & Scott D. (2002) *Waterbird Population Estimates- Third Edition*. : Wetlands International.
- Drent RH & Daan S. (1980) The prudent parent: Energetic adjustments in avian breeding. *Ardea* 68: 225-252.
- Ebbinge BS & Spaans B. (1995) The importance of body reserves accumulated in spring staging areas in the temperate zone for breeding in dark-bellied brent geese *Branta b bernicla* in the High Arctic. *J Avian Biol* 26(2): 105-113.
- Elmberg J, Nummi P, Pöysä H, Sjöberg K, Gunnarsson G, Clausen P, Guillemain M, Rodrigues D & Väänänen V-. (2006) The scientific basis for new and sustainable management of migratory European ducks. *Wildl Biol* 12(2): 121-127.

- Esler D. (2000) Applying Metapopulation Theory to Conservation of Migratory Birds. In: Anonymous Conservation Biology.: 366–372.
- Euroopan komissio. (2008) Luonnonvaraisten lintujen suojelusta annetun neuvoston direktiivin 79/409/ETY (”lintudirektiivin”) mukaisesti harjoitettavaa metsästystä koskeva ohjeasiakirja. 2020(3.6.).
- Fiedler W. (2009) New technologies for monitoring bird migration and behaviour. Ringing Migr 24(3): 175-179.
- Fraser LH & Keddy PA. (2005) The World’s Largest Wetlands: Ecology and Conservation. Cambridge: Cambridge University Press.
- Frederiksen M, Fox AD, Madsen J & Colhoun K. (2001) Estimating the total number of birds using a staging site. J Wildl Manage 65(2): 282-289.
- Gaidet N, Cappelle J, Takekawa JY, Prosser DJ, Iverson SA, Douglas DC, Perry WM, Mundkur T & Newman SH. (2010) Potential spread of highly pathogenic avian influenza H5N1 by wildfowl: Dispersal ranges and rates determined from large-scale satellite telemetry. J Appl Ecol 47(5): 1147-1157.
- Gillings S, Atkinson PW, Baker AJ, Bennett KA, Clark NA, Cole KB, González PM, Kalasz KS, Minton CDT, Niles LJ, Porter RC, De Lima Serrano I, Sitters HP & Woods JL. (2009) Staging behavior in red knot (*Calidris canutus*) in Delaware Bay: Implications for monitoring mass and population size. Auk 126(1): 54-63.
- Green AJ & Elmberg J. (2014) Ecosystem services provided by waterbirds. Biol Rev 89(1): 105-122.
- Grinstead A, Moore JC & Jevrejeva S. (2010) Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 200 to 2100 AD. Clim Dyn 34(4): 461-472.
- Guillemain M, Fritz H, Klaassen M, Johnson AR & Hafner H. (2004) Fuelling rates of garganey (*Anas querquedula*) staging in the Camargue, southern France, during spring migration. J Ornithol 145(2): 152-158.
- Guillemain M, Sadoul N & Simon G. (2005) European flyway permeability and abmigration in Teal *Anas crecca*, an analysis based on ringing recoveries. Ibis 147(4): 688-696.
- Guillemain M, Arzel C, Mondain-Monval J-, Schricke V, Johnson AR & Simon G. (2006) Spring migration dates of teal *Anas crecca* ringed in the Camargue, southern France. Wildl Biol 12(2): 163-169.
- Guillemain M, Devineau O, Gauthier-Clerc M, Hearn R, King R, Simon G & Grantham M. (2011) Changes in ring recovery rates over the last 50 years: Shall we continue to ring ducks? J Ornithol 152(1): 55-61.
- Guillemain M, Pöysä H, Fox AD, Arzel C, Dessborn L, Ekroos J, Gunnarsson G, Holm TE, Christensen TK, Lehikoinen A, Mitchell C, Rintala J & Møller AP. (2013) Effects of climate

change on European ducks: What do we know and what do we need to know? *Wildl Biol* 19(4): 404-419.

Guillemain M, Van Wilgenburg SL, Legagneux P & Hobson KA. (2014) Assessing geographic origins of Teal (*Anas crecca*) through stable-hydrogen ($\delta^2\text{H}$) isotope analyses of feathers and ring-recoveries. *J Ornithol* 155(1): 165-172.

Gunnarsson G, Latorre-Margalef N, Hobson KA, van Wilgenburg SL, Elmberg J, Olsen B, Fouchier RAM & Waldenström J. (2012a) Disease dynamics and bird migration-linking mallards *Anas platyrhynchos* and subtype diversity of the influenza A virus in time and space. *PLoS ONE* 7(4).

Gunnarsson G, Waldenström J & Fransson T. (2012b) Direct and indirect effects of winter harshness on the survival of Mallards *Anas platyrhynchos* in northwest Europe. *Ibis* 154(2): 307-317.

Hobson KA, Bowen GJ, Wassenaar LI, Ferrand Y & Lormee H. (2004) Using stable hydrogen and oxygen isotope measurements of feathers to infer geographical origins of migrating European birds. *Oecologia* 141(3): 477-488.

Hobson KA. (2008) Applying Isotopic Methods to Tracking Animal Movements. *Terrestrial Ecology* 2: 45-78.

Holm TE & Clausen P. (2006) Effects of water level management on autumn staging waterbird and macrophyte diversity in three Danish coastal lagoons. *Biodiversity Conserv* 15(14): 4399-4423.

Hurrell JW. (1995) Decadal trends in the North Atlantic oscillation: Regional temperatures and precipitation. *Science* 269(5224): 676-679.

Keller I, Korner-Nievergelt F & Jenni L. (2009) Within-winter movements: A common phenomenon in the Common Pochard *Aythya ferina*. *J Ornithol* 150(2): 483-494.

Klaassen M. (2002) Relationships between Migration and Breeding Strategies in Arctic Breeding Birds. In: Berthold P, Gwinner E & Sonnenschein E (eds) *Avian Migration*. Berlin Heidelberg: Springer: 237-249.

Knudsen E, Lindén A, Both C, Jonzén N, Pulido F, Saino N, Sutherland WJ, Bach LA, Coppack T, Ergon T, Gienapp P, Gill JA, Gordo O, Hedenström A, Lehikoinen E, Marra PP, Møller AP, Nilsson ALK, Péron G, Ranta E, Rubolini D, Sparks TH, Spina F, Studds CE, Sæther SA, Tryjanowski P & Stenseth NC. (2011) Challenging claims in the study of migratory birds and climate change. *Biol Rev* 86(4): 928-946.

Kokko H. (2001) Optimal and suboptimal use of compensatory responses to harvesting: Timing of hunting as an example. *Wildl Biol* 7(3): 141-150.

Korner-Nievergelt F, Sauter A, Atkinson PW, Guélat J, Kania W, Kéry M, Köppen U, Robinson RA, Schaub M, Thorup K, van der Jeugd H & van Noordwijk AJ. (2010a) Improving the analysis of movement data from marked individuals through explicit estimation of observer heterogeneity. *J Avian Biol* 41(1): 8-17.

- Korner-Nievergelt F, Schaub M, Thorup K, Vock M & Kania W. (2010b) Estimation of bird distribution based on ring re-encounters: Precision and bias of the division coefficient and its relation to multi-state models. *Bird Study* 57(1): 56-68.
- Kraus RHS, Van Hooft P, Megens H-, Tsvey A, Fokin SY, Ydenberg RC & Prins HHT. (2013) Global lack of flyway structure in a cosmopolitan bird revealed by a genome wide survey of single nucleotide polymorphisms. *Mol Ecol* 22(1): 41-55.
- Lebreton J-, Burnham KP, Clobert J & Anderson DR. (1992) Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecol Monogr* 62(1): 67-118.
- Lehikoinen A & Jaatinen K. (2012) Delayed autumn migration in northern European waterfowl. *J Ornithol* 153(2): 563-570.
- Lehikoinen A, Jaatinen K, Vähätalo AV, Clausen P, Crowe O, Deceuninck B, Hearn R, Holt CA, Hornman M, Keller V, Nilsson L, Langendoen T, Tománková I, Wahl J & Fox AD. (2013) Rapid climate driven shifts in wintering distributions of three common waterbird species. *Global Change Biol* 19(7): 2071-2081.
- Lehikoinen A, Rintala J, Lammi E & Pöysä H. (2016) Habitat-specific population trajectories in boreal waterbirds: Alarming trends and bioindicators for wetlands. *Anim Conserv* 19(1): 88-95.
- Luonnonvarakeskus (2020) Luonnonvarakeskuksen tilastotietokanta . 2020(26.10.).
- Madsen J, Williams JH, Johnson FA, Tombre IM, Dereliev S & Kuijken E. (2017) Implementation of the first adaptive management plan for a European migratory waterbird population: The case of the Svalbard pink-footed goose *Anser brachyrhynchus*. *Ambio* 46: 275-289.
- Miller MR, Takekawa JY, Fleskes JP, Orthmeyer DL, Casazza ML & Perry WM. (2005) Spring migration of Northern Pintails from California's Central Valley wintering area tracked with satellite telemetry: Routes, timing, and destinations. *Can J Zool* 83(10): 1314-1332.
- Møller AP, Rubolini D & Lehikoinen E. (2008) Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *Proc Natl Acad Sci U S A* 105(42): 16195-16200.
- Mooij JH. (2005) Protection and use of waterbirds in the European Union. *Beiträge Zur Jagd und Wildforschung* 30: 49-76.
- Newton I. (1998) *Population Limitation in Birds*. San Diego: Academic Press.
- Nichols JD, Blohm RJ, Reynolds RE, Trost RE, Hines JE & Bladen JP. (1991) Band Reporting Rates for Mallards with Reward Bands of Different Dollar Values. *The Journal of Wildlife Management* 55(1): 119-126.
- Nilsson L. (2005) Long-term trends and changes in numbers and distribution of some wintering waterfowl species along the Swedish baltic coast. *Acta Zool Litu* 15(2): 151-157.

- Nilsson L. (2008) Changes in numbers and distribution of wintering waterfowl in Sweden during forty years, 1967-2006. *Ornis Svecica* 18(3-4): 135-226.
- Owen M. (1980) *Wild Geese of the World*. London: Batsford.
- Owen M & King R. (1979) The duration of the flightless period in free-living mallard. *Bird Study* 26(4): 267-269.
- Owen M & Dix M. (1986) Sex ratios in some common British wintering ducks. *Wildfowl* 37: 104-112.
- Owen M & Black JM. (1990) *Waterfowl Ecology*. New York: Chapman and Hall.
- Paasivaara A. (2009) Telkkäpoikueiden tilankäyttö ja elinympäristöjen valinta boreaalisessa metsäympäristössä. *Suomen Riista* 55: 97-110.
- Paludan K. (1965) Migration and moult- migration of *Anser anser*. *Danske Vildtundersogelser* 12: 1-54.
- Pöysä H. (2005) Kestävä verotus ja vesilintuseurannan kansainväliset haasteet. *Suomen Riista* 51: 5-6.
- Pöysä H, Rintala J, Lehikoinen A & Väisänen RA. (2013) The importance of hunting pressure, habitat preference and life history for population trends of breeding waterbirds in Finland. *Eur J Wildl Res* 59(2): 245-256.
- Puustinen M, Tattari S, Koskiahio J & Linjama J. (2007) Influence of seasonal and annual hydrological variations on erosion and phosphorus transport from arable areas in Finland. *Soil & Tillage Research* 93(1): 44-55.
- Rainio K, Laaksonen T, Ahola M, Vähätalo AV & Lehikoinen E. (2006) Climatic responses in spring migration of boreal and arctic birds in relation to wintering area and taxonomy. *J Avian Biol* 37(5): 507-515.
- Rönkä MTH, Saari CLV, Lehikoinen EA, Suomela J & Häkkilä K. (2005) Environmental changes and population trends of breeding waterfowl in northern Baltic Sea. *Ann Zool Fenn* 42(6): 587-602.
- Royle JA & Rubenstein DR. (2004) The role of species abundance in determining breeding origins of migratory birds with stable isotopes. *Ecol Appl* 14(6): 1780-1788.
- Salomonsen F. (1968) The moult migration. *Wildfowl* 19: 5-24.
- Saurola, P., Valkama, J. & Velmala, W. (2013) *Suomen Rengastusatlas*. Osa 1. Helsinki: Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö.
- Sauter A, Korner-Nievergelt F & Jenni L. (2010) Evidence of climate change effects on within-winter movements of European Mallards *Anas platyrhynchos*. *Ibis* 152(3): 600-609.

- Scott DA & Rose PM. (1996) Atlas of Anatidae Populations in Africa and Western Eurasia. Wetlands International Publication 41: 1-336.
- Taft OW, Colwell MA, Isola CR & Safran RJ. (2002) Waterbird responses to experimental drawdown: Implications for the multispecies management of wetland mosaics. *J Appl Ecol* 39(6): 987-1001.
- Thomson DL, Conroy MJ, Anderson DR, Burnham KP, Cooch EG, Francis CM, Lebreton JD, Lindberg MS, Morgan BJT, Otis DL & White GC. (2009) Standardising terminology and notation for the analysis of demographic processes in marked populations. *Environm.Ecol.Stat* 3: 1099-1106.
- Thorup K, Korner-Nievergelt F, Cohen EB & Baillie SR. (2014) Large-scale spatial analysis of ringing and re-encounter data to infer movement patterns: A review including methodological perspectives. *Methods Ecol Evol* 5(12): 1337-1350.
- Väänänen V-. (2001) Hunting disturbance and the timing of autumn migration in anas species. *Wildl Biol* 7(1): 3-9.
- Vähätalo AV, Rainio K, Lehikoinen A & Lehikoinen E. (2004) Spring arrival of birds depends on the North Atlantic Oscillation. *J Avian Biol* 35(3): 210-216.
- Virkkala R. (2016) Variation in population trends and spatial dynamics of waterbirds in a boreal lake complex. *Ornis Fenn* 93(4): 197-211.
- Virkkala R & Rajasärkkä A. (2011) Climate change affects populations of northern birds in boreal protected areas. *Biol Lett* 7(3): 395-398.
- Visser ME, Perdeck AC, van Balen JH & Both C. (2009) Climate change leads to decreasing bird migration distances. *Global Change Biol* 15(8): 1859-1865.
- Weber LM & Haig SM. (1996) Shorebird use of South Carolina managed and natural coastal wetlands. *J WILDL MANAGE* 60(1): 73-82.
- Webster MS, Marra PP, Haig SM, Bensch S & Holmes RT. (2002) Links between worlds: Unraveling migratory connectivity. *Trends Ecol Evol* 17(2): 76-83.
- Wunder MB & Norris DR. (2008) Improved estimates of certainty in stable-isotope-based methods for tracking migratory animals. *Ecol Appl* 18(2): 549-559.
- Yerkes T, Hobson KA, Wassenaar LI, Macleod R & Coluccy JM. (2008) Stable isotopes (δD , $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$) reveal associations among geographic location and condition of Alaskan Northern pintails. *J Wildl Manage* 72(3): 715-725.